

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11233129 A

(43) Date of publication of application: 27.08.99

(51) Int. Cl.

H01M 8/04

(21) Application number: 10034396

(22) Date of filing: 17.02.98

(71) Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(72) Inventor: NAGAYASU HIROTSUGU  
MIYAMOTO HITOSHI  
IKEMOTO YASUHIKO

## (54) SOLID ELECTROLYTE FUEL CELL GENERATING SYSTEM

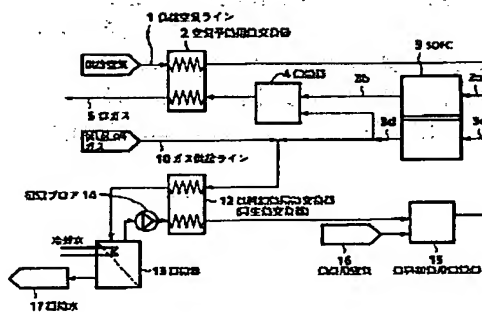
circulating blower.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To permit power generation at high efficiency by causing a part of exhaust gas after generation in a fuel cell main body to recirculate to the anode inlet of a fuel cell via a regenerative heat generator and a condenser.

**SOLUTION:** Air exhaust gas from the cathode outlet 3b of a fuel cell and unrecycled fuel exhaust gas from the anode outlet 3d of the cell are supplied to a combustor 4 and, after heat exchange at an air-preheating heat exchanger 2, are exhausted as exhaust gas 5. Supply fuel gas is supplied from a fuel gas supply line 10 and mixed with the recycled part of combustion exhaust gas from the anode outlet 3d, and after the mixed fuel gases are introduced into a fuel-heating heat exchanger 12, a part of water is removed therefrom by a condenser 13 and the gases are re-introduced into the fuel-heating heat exchanger 12 by a circulating blower 14. The exhaust gases are further supplied to the anode inlet 3c of the fuel cell via a fuel-heating combustor 15 to effect power generation. The amount of the fuel gas recycled can be controlled by controlling the rate of flow at the



## 【特許請求の範囲】

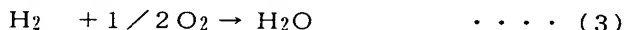
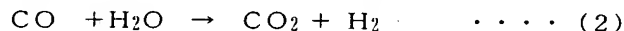
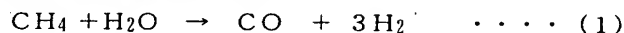
【請求項 1】 水素あるいは炭化水素系燃料ガスを燃料とする固体電解質型燃料電池において、燃料電池本体で発電後の燃料排ガスの一部を、再生熱交換器、凝縮器を経由して、燃料電池アノード入口へ再循環させることを特徴とする固体電解質型燃料電池発電システム。

【請求項 2】 請求項 1 において、燃料排ガスの一部を、燃料改質器、再生熱交換器、凝縮器を経由して、燃料電池アノード入口へ再循環させることを特徴とする固体電解質型燃料電池発電システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池本体で使



【0004】 上記 (1) 式は、燃料改質反応、(2) 式は CO シフト反応である。また、固体電解質型燃料電池では (3) 式により発電が行われる。メタンなどの炭化水素ガスを燃料とする場合には、一般的に炭化水素系燃料の一部もしくは全部を予め、反応 (1)、(2) により H<sub>2</sub> を含むガスに変換して燃料電池に供給して発電を行う。化学反応式から、燃料改質部では H<sub>2</sub>O (水) を供給する必要がある、燃料電池部では H<sub>2</sub>O が生成することになる。

【0005】 このため、H<sub>2</sub>O を含む固体電解質型燃料電池の燃焼ガスをリサイクルし、燃料改質部の供給する方法が提案されている。この様に燃料排ガスを燃料電池にリサイクルする場合には、

(1) H<sub>2</sub>O の供給が系内ガスを利用として可能となる。

(2) 高温である燃料排ガスの排熱を回収することにより全体のエネルギー効率の向上が可能である。

(3) 発電に使用されなかった燃料の回収・再利用によるエネルギー効率向上が可能である。

しかし、アノードでは水蒸気分圧が高くなると起電圧の低下があらわれ、発電効率が低くなる。従来、燃焼排ガスをリサイクル方法として、エゼクタ方式や高温ブロー方式、ターボコンプレッサ方式が提案されている。

【0006】 図 3 にエゼクタ方式を用いた従来のリサイクルシステムの一例を示す。図 3 に示すように、供給燃料ガス 01 は燃料ガス供給ライン 02 からエゼクタ 03 に供給され、エゼクタ 03 では燃料ガス供給ライン 02 からの燃料がその圧力を駆動力として燃料電池 (SOFC) 04 のアノード出口 04d の燃料排ガスから分岐した燃料排ガスリサイクルガスを合流し、別途燃焼用空気 05a が導入される燃料加熱用燃焼器 05、燃料改質器 06 を経て燃料電池アノード入口 04c に供給される。燃料排ガスリサイクルガスには燃料電池 04 で生成した

用された燃料ガスの排ガスを効率よく再利用し、発電効率を向上させた固体電解質型燃料電池発電システムに関する。また、本技術は、リン酸型燃料電池発電システム、熔融炭酸塩型燃料電池発電システムに用いて好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 固体電解質型燃料電池は水素あるいは炭化水素系ガスを燃料とし、空気を酸化剤として使用し、約 1000℃ という高温下で以下のような反応を利用して発電を行っている。燃料ガスがメタンの場合、以下の化学反応式により、発電が行われる。

## 【0003】

## 【化 1】

H<sub>2</sub>O が含まれておりこの H<sub>2</sub>O がリサイクルにより燃料電池に供給され、燃料改質用として使用される。また、リサイクルガスは約 1000℃ と高温であり、リサイクルガスの顕熱が燃料ガス供給ラインの燃料の昇温に使用される。

【0007】 一方、供給空気 07 は空気供給ライン 08 から供給され、送風機あるいは圧縮機により加圧され、そして空気熱交換器 09 において燃焼器 010 からの燃焼排ガスにより加熱され、燃料電池カソード入口 04a へ供給される。ここで、燃料電池カソード出口 04b の空気排ガスとアノード出口 04d からの燃焼排ガスのうち、リサイクルしない燃焼排ガスは燃焼器 010 へ供給され、燃料電池カソード入口 04a へ供給される。上記燃料電池カソード出口 04b からの空気排ガスとアノード出口 04d からの燃焼排ガスの内、リサイクルしない燃焼排ガスは、燃焼器 010 へ供給され、該燃焼器 010 では燃焼排ガス中の未反応水素あるいは炭化水素が酸化、即ち燃焼が起こる。燃焼器 010 からの燃焼排ガスは空気熱交換器 09 にて空気の加熱に使用され、その後、排ガス 011 として排出される。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 前述したような従来のガスリサイクル技術を使用したシステムでは、①アノード排ガスのうちリサイクル出来るガス量に制約が生じ、未反応水素あるいは炭化水素を燃焼させる割合が高いために、エネルギー効率が低くなる、②アノード内の水蒸気分圧が高くなり、起電力低下に伴う燃料電池の発電性能の低下が起こる、という問題点がある。

④循環ガス量の制約をなくすためには、エゼクタ方式ではなく、循環ブロー、ターボコンプレッサを使用する方法が提案されているが、1000℃ という高温環境下での適用は困難という問題がある。

【0009】 本発明は、上記問題点を解決し、発電シス

テム効率を向上させる固体電解質型燃料電池発電システムを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する【請求項1】に係る発明は、水素あるいは炭化水素系燃料ガスを燃料とする固体電解質型燃料電池において、燃料電池本体で発電後の燃料排ガスの一部を、再生熱交換器、凝縮器を経由して、燃料電池アノード入口へ再循環させることを特徴とする。

【0011】【請求項2】に係る発明は、【請求項1】の燃料電池において、燃料排ガスの一部を、燃料改質器、再生熱交換器、凝縮器を経由して、燃料電池アノード入口へ再循環させることを特徴とする。

【0012】上記固体電解質型燃料電池発電システムにおいて、固体電解質型燃料電池のアノード排ガスを再循環させ再循環ガス中の水蒸気分圧を下げて燃料電池アノード入口に供給することにより、燃料電池起電力の低下を防ぎ、システム効率の向上を図ることが可能となる。

【0013】燃料電池アノード出口から放出された高温の燃料排ガスの一部は再循環系統内に設けられた再生熱交換器内で凝縮器通過後の低温のリサイクルガスとの熱交換により一旦冷却される。冷却された低温のリサイクルガスは凝縮器内で更に冷却され排ガス中の余剰な水蒸気を凝縮分離する。これにより燃料排ガスリサイクルガス中の水蒸気分圧を低く保て、起電力が上昇するため燃料電池の発電性能向上が図れる。

【0014】また、凝縮器通過後に設置された循環ブローアは常温作動であることから、循環流量の調整が広範囲にわたって可能であり、燃料排ガス中の未反応水素あるいは炭化水素の利用効率を向上することができ、燃料電池の発電効率の向上が可能である。

【0015】なお、循環ブローアの下流側に設置された再生熱交換器はリサイクルガスの冷却及び加熱をおおのの保有顕熱で行うことから余分なエネルギー消費を必要とせず、高いシステム効率を可能とする。

【0016】

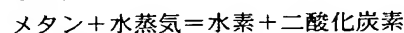
【実施例】以下、本発明の好適な実施例について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

＜実施例1＞図1に本発明の実施例1にかかる発電システムの概略図を示す。図1に示すように本固体電解質型燃料電池発電システムは、水素あるいは炭化水素系燃料ガスを燃料10とする固体電解質型燃料電池において、燃料電池本体(SOFC)3で発電後の燃料排ガス3dの一部を、再生熱交換器12、凝縮器13を経由して、燃料電池アノード入口3cへ再循環させるようにしたのである。

【0017】図1に示すように、供給空気は供給空気ライン1から供給され、送風機あるいは圧縮機により空気予熱用熱交換器2において燃焼器4からの燃焼排ガスにより加熱され、燃料電池本体3の燃料電池カソード入口

3aに供給される。ここで燃料電池カソード出口3bからの空気排ガスとアノード出口3dからのリサイクルしない燃焼排ガスは燃焼器4へ供給され、空気予熱用熱交換器2にて熱交換された後、排ガス5として排気される。供給燃料ガスは燃料ガス供給ライン10から供給され、アノード出口3dからの燃焼排ガスの内、リサイクルするガスと混合され、混合された燃料ガスは燃料加熱用熱交換器12に導入され、その後凝縮器13にて水分の一部を取り除いた後、循環ブローア14により燃料加熱用熱交換器12に再度導入される。更に、燃料加熱用燃焼器15を経て燃料電池アノード入口3cに供給され、発電が行われる。燃料ガスのリサイクル量は循環ブローア流量を制御する事により可能となる。また、燃料ガス中の水蒸気分圧は凝縮器作動温度を制御することにより可能となる。

【0018】＜実施例2＞図2に本発明の実施例2にかかる発電システムの概略図を示す。実施例2は実施例1において、燃料改質器を設けて、燃料改質を行ったものである。実施例1と構成の概要は同じであるが、燃料ガス供給ライン10から供給された供給燃料ガスと、アノード出口3dからの燃料排ガスの内、リサイクルガスと混合した後、燃料加熱用熱交換器12に導入する前に、燃料改質器11を設けている。ここで、混合されたガスは温度が高いこと、水蒸気分圧が高いことから改質反応が効率よく行われる。燃料改質器がない場合、燃料は水素に変えられることなく、燃料電池に導入される。この場合、燃料電池の内部で発電に伴って発生する水蒸気を下記の反応で改質に利用する。この改質反応は吸熱反応であり、電池の発熱を吸収するので、高性能化が達成できる。



燃料改質器がある場合にはあらかじめ水素と二酸化炭素に改質されて燃料電池に導入されるため、電池内部では発熱のみがおこるため、冷却が必要となる。燃料改質器には熱が必要なため、この熱は外部から供給する必要がある。ただし、排熱を効率的に使用することにより、両者は同等であるため、熱損失のないことと、電池内の冷却が出来る、という有利な点がある。

【0019】

【発明の効果】以上実施例と共に説明したように、本発明によれば、水素あるいは炭化水素系燃料ガスを燃料とする固体電解質型燃料電池において、燃料電池本体で発電後の燃料排ガスの一部を、再生熱交換器、凝縮器を経由して、燃料電池アノード入口へ再循環させるようにしたので、系内の水蒸気分圧上昇による起電力低下を起こすことなく、高効率での発電が可能となる。なお、燃料ガス再循環装置であるブローアを常温で用いるため装置の信頼性向上が期待でき、安定した運転が可能となる。

【0020】【請求項2】に係る発明は、【請求項1】の燃料電池において、燃料排ガスの一部を、燃料改質

器、再生熱交換器、凝縮器を経由して、燃料電池アノード入口へ再循環させるようにしたので、改質反応は吸熱反応であり、電池の発熱を吸収するので、高性能化が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例 1 に係る固体電解質型燃料電池発電システムの基本系統図である。

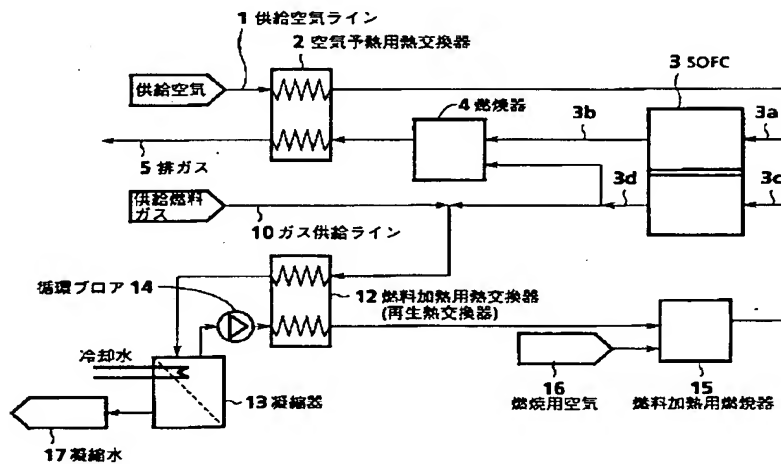
【図 2】 本発明の実施例 2 に係る固体電解質型燃料電池発電システムの基本系統図である。

【図 3】 従来のエゼクター循環方式の固体電解質型燃料電池発電システムの基本系統図である。

【符号の説明】

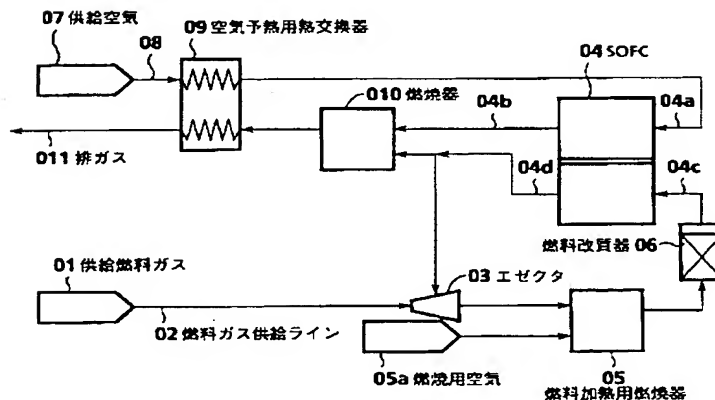
- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1 供給空気ライン           | 3 a 空気極入口ライン          |
| 2 空気予熱用熱交換器         | 3 b 空気極出口ライン          |
| 3 固体電解質型燃料電池 (SOFC) | 3 c 燃料極入口ライン          |
|                     | 3 d 燃料極出口ライン          |
|                     | 4 燃焼器                 |
|                     | 5 排ガス                 |
|                     | 10 燃料ガス供給ライン          |
|                     | 11 燃料改質器              |
|                     | 12 燃料加熱用熱交換器 (再生熱交換器) |
|                     | 13 凝縮器                |
|                     | 14 循環プロア              |
|                     | 15 燃料加熱用燃焼器           |
|                     | 16 燃焼用空気              |
|                     | 17 凝縮水                |

【図 1】

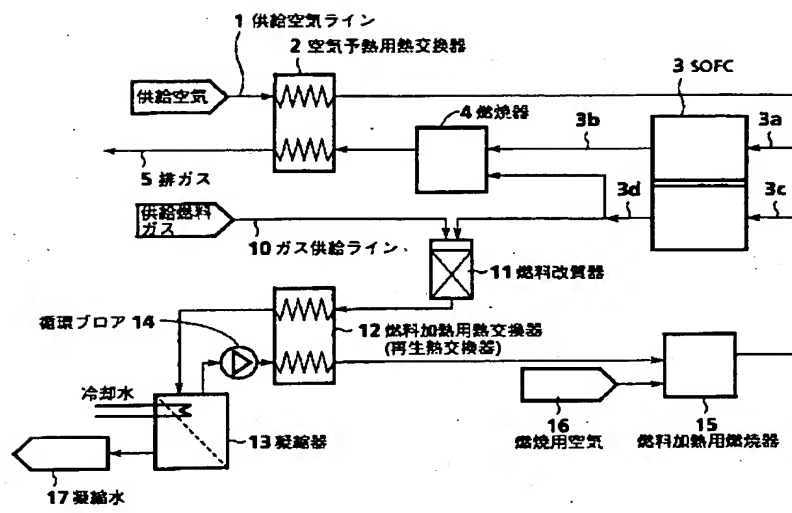


【図 3】

従来技術



【図 2】





Creation date: 10-27-2003  
Indexing Officer: DNGUYEN8 - DANH NGUYEN  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 10050866

Legal Date: 04-18-2002

No.	Doccode	Number of pages
1	IDS	2
2	NPL	17
3	NPL	11

Total number of pages: 30

Remarks:

Order of re-scan issued on .....